

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-164911

(P2001-164911A)

(43)公開日 平成13年6月19日(2001.6.19)

(51)Int.Cl.

F 0 1 L 13/00
1/18

識別記号

3 0 1

F I

F 0 1 L 13/00
1/18

テマコード(参考)

3 0 1 F 3 G 0 1 6
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-351362

(22)出願日 平成11年12月10日(1999. 12. 10)

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 辻 幸一

静岡県磐田市新貝2500番地ヤマハ発動機株式会社内

(72)発明者 米田 俊彦

静岡県磐田市新貝2500番地ヤマハ発動機株式会社内

(74)代理人 100092853

弁理士 山下 亮一

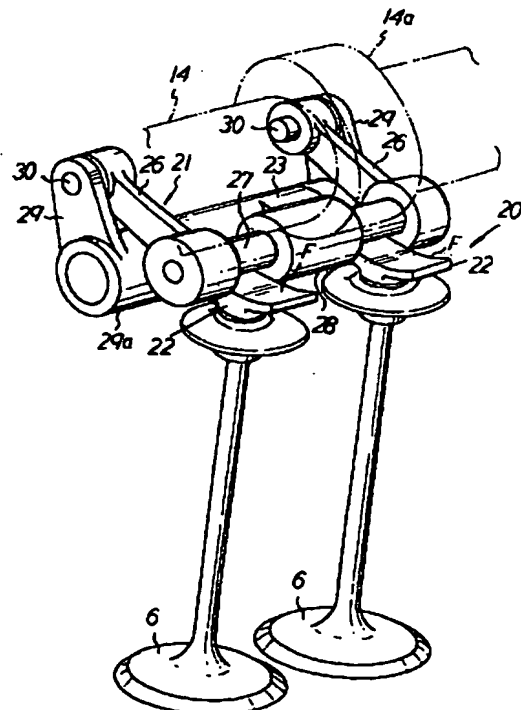
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 4サイクルエンジンの動弁機構

(57)【要約】

【目的】 簡単な構成でバルブのリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させて最適なエンジン性能を得ることができる4サイクルエンジンの動弁機構を提供すること。

【構成】 回転駆動されるカム軸14に形成されたカム14aのリフトをロッカアームを介してバルブ6に伝達することによって該バルブ6を開閉する4サイクルエンジンの動弁機構20において、前記ロッカアームを互いに当接して揺動する2段のロッカアーム21, 22で構成するとともに、少なくとも一方のロッカアーム21のロッカ軸(揺動軸)30を変位可能としてバルブ6のリフト量と開閉タイミングが連続的に変化し得るよう構成する。本発明によれば、2段のロッカアーム21, 22の少なくとも一方(ロッカアーム21)のロッカ軸30を変位させることによってバルブ6のリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させるようにしたため、複数のカム及び切換手段が不要となるとともに、複雑な機構と制御を要する可変バルブタイミング装置も不要となり、簡単な構成で最適なエンジン性能を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転駆動されるカム軸に形成されたカムのリフトをロッカアームを介してバルブに伝達することによって該バルブを開閉する 4 サイクルエンジンの動弁機構において、

前記ロッカアームを互いに当接して揺動する 2 段のロッカアームで構成するとともに、少なくとも一方のロッカアームの揺動軸を変位可能としてバルブのリフト量と開閉タイミングが連続的に変化し得るよう構成したことを特徴とする 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【請求項 2】 第 1 のロッカアームの揺動軸を固定して該ロッカアームをバルブに当接せしめ、揺動軸が変位可能な第 2 のロッカアームにローラ軸を介してローラを回転自在に支持せしめ、該ローラを前記カムに当接せしめるとともに、前記ローラ軸を前記第 1 のロッカアームに当接せしめたことを特徴とする請求項 1 記載の 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【請求項 3】 前記第 1 のロッカアームの揺動軸にアームの一端を取り付け、該アームの他端に前記第 2 のロッカアームの一端を揺動軸によって回動自在に軸支したことを特徴とする請求項 2 記載の 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【請求項 4】 前記第 1 のロッカアームの揺動軸を駆動手段によって駆動して前記アームを該揺動軸中心回りに回動せしめ、前記第 2 のロッカアームの揺動軸を変位させるようにしたことを特徴とする請求項 3 記載の 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【請求項 5】 前記第 1 のロッカアームの前記ローラ軸が当接する面を前記カム軸の軸心を中心とする円弧曲面としたことを特徴とする請求項 2、3 又は 4 記載の 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【請求項 6】 前記カム軸に可変バルブタイミング装置を設けたことを特徴とする請求項 1～4 又は 5 記載の 4 サイクルエンジンの動弁機構。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転駆動されるカム軸に形成されたカムのリフトをロッカアームを介してバルブに伝達することによって該バルブを開閉する 4 サイクルエンジンの動弁機構に関する。

【0002】

【従来の技術】 4 サイクルエンジンにおいては、燃焼室に開口する吸気ポートと排気ポートが吸気バルブと排気バルブによってそれぞれ適当なタイミングで開閉されてシリンダ内で所要のガス交換がなされる。

【0003】 ところで、4 サイクルエンジンにおいて、高速時に吸気又は排気の流れを促進することによって高い充填効率を得て高出力を実現し、且つ、低速時には高い燃焼効率を確保して低燃費と排ガス特性の改善を図るためには、吸気バルブ又は排気バルブの少なくとも一方

のリフト量と開閉タイミングの何れか一方又は双方を高速時と低速時において変更する必要がある。

【0004】 そこで、バルブリフト可変機構として、高速用カムと低速用カムを設け、各カムに摺接するロッカアームを切換手段によって選択的に連結及び連結解除することによってバルブのリフト量を高速時と低速時において変更するようにしたものが提案され、実用に供されている。

【0005】 又、可変バルブタイミング装置として、カム軸の回転角をクランク軸の回転角に対して相対的に変えることによってバルブの開閉タイミングを高速時と低速時において変化させるようにしたものが提案され、実用に供されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来のバルブリフト可変機構においては、各気筒について複数のカムと切換手段が必要であるため、構造が複雑化してコストアップを招くとともに、バルブリフト量を連続的に変えることは不可能であった。

【0007】 又、可変バルブタイミング装置は油圧で駆動されるため、複雑な油圧回路と油圧制御を要する他、バルブタイミングの可変範囲が不十分であるという問題があった。

【0008】 本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とする処は、簡単な構成でバルブのリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させて最適なエンジン性能を得ることができる 4 サイクルエンジンの動弁機構を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、回転駆動されるカム軸に形成されたカムのリフトをロッカアームを介してバルブに伝達することによって該バルブを開閉する 4 サイクルエンジンの動弁機構において、前記ロッカアームを互いに当接して揺動する 2 段のロッカアームで構成するとともに、少なくとも一方のロッカアームの揺動軸を変位可能としてバルブのリフト量と開閉タイミングが連続的に変化し得るよう構成したことを特徴とする。

【0010】 請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、第 1 のロッカアームの揺動軸を固定して該ロッカアームをバルブに当接せしめ、揺動軸が変位可能な第 2 のロッカアームにローラ軸を介してローラを回転自在に支持せしめ、該ローラを前記カムに当接せしめるとともに、前記ローラ軸を前記第 1 のロッカアームに当接せしめたことを特徴とする。

【0011】 請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の発明において、前記第 1 のロッカアームの揺動軸にアームの一端を取り付け、該アームの他端に前記第 2 のロッカアームの一端を揺動軸によって回動自在に軸支したことを特徴とする。

【0012】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記第1のロッカアームの揺動軸を駆動手段によって駆動して前記アームを該揺動軸中心回りに回動せしめ、前記第2のロッカアームの揺動軸を変位させるようにしたことを特徴とする。

【0013】請求項5記載の発明は、請求項2、3又は4記載の発明において、前記第1のロッカアームの前記ローラ軸が当接する面を前記カム軸の軸心を中心とする円弧曲面としたことを特徴とする。

【0014】請求項6記載の発明は、請求項1～4又は5記載の発明において、前記カム軸に可変バルブタイミング装置を設けたことを特徴とする。

【0015】従って、請求項1又は2記載の発明によれば、2段のロッカアームの少なくとも一方の揺動軸を変位させることによってバルブのリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させるようにしたため、各気筒について複数のカム及び切換手段が不要となるとともに、複雑な機構と制御を要する可変バルブタイミング装置も不要となり、簡単な構成で最適なエンジン性能を得ることができる。

【0016】請求項3又は4記載の発明によれば、制御が簡単なサーボモータやステッピングモータ等の駆動手段で第1のロッカアームの揺動軸を回動させることによって第2のロッカアームの揺動軸を変位させることができるため、動弁機構の構成が単純化してコストダウンが図られるとともに、高精度な制御が可能となる。

【0017】請求項5記載の発明によれば、第1のロッカアームのローラ軸が当接する面をカム軸の軸心を中心とする円弧曲面としたため、該円弧曲面に沿ってローラ軸が移動する場合にローラ外周面とカム軸ベース円との間に常に一定の隙間が保持される。

【0018】請求項6記載の発明によれば、可変バルブタイミング装置によってバルブの開閉タイミングの変化を相殺してバルブリフト量だけを変化させることができ、或はバルブタイミングの変化幅を拡大することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を添付図面に基いて説明する。

【0020】図1は本発明に係る動弁機構を備える4サイクルエンジンのシリンダヘッド部分の縦断面図、図2は同4サイクルエンジンの部分平面図、図3は本発明に係る動弁機構要部の斜視図である。

【0021】図1及び図2に示す4サイクルエンジン1は自動車用の多気筒エンジンであって、図示しないが、該4サイクルエンジン1のシリンダブロックには複数のシリンダが長さ方向(図1の紙面垂直方向、図2の左右方向)に並設され、各シリンダ内にはピストンが摺動自在に嵌挿されている。そして、各ピストンはコンロッドを介してクランク軸に連結されている。

【0022】而して、上記シリンダブロックの上面にはシリンダヘッド2が被着されており、該シリンダヘッド2には図1に示すように各気筒について吸気通路3と排気通路4がそれぞれ2つつ形成されている。そして、これらの吸気通路3と排気通路4の燃焼室5に開口する吸気ポート3aと排気ポート4aは本発明に係る動弁機構20、40によって駆動される吸気バルブ6と排気バルブ7によってそれぞれ適当なタイミングで開閉され、これによって各シリンダ内で所要のガス交換がなされる。

【0023】ところで、本実施の形態に係る4サイクルエンジン1は各気筒について各2つの吸気バルブ6と排気バルブ7を備える4バルブエンジンであって、図1に示すように、各吸気バルブ6と排気バルブ7はシリンダヘッド2に圧入されたバルブガイド8、9に摺動自在に挿通保持されており、これらはバルブリテーナ10、11とシリンダヘッド2との間に縮装されたバルブスプリング12、13によってそれぞれ閉じ側に付勢されている。

【0024】又、図2に示すように、シリンダヘッド2の上部には吸気カム軸14と排気カム軸15が互いに平行に、且つ、回転自在に支持されて長さ方向に沿って配されており、これらの吸気カム軸14と排気カム軸15のシリンダヘッド2の一端面から延出する一端にはチェーンプロケット16、17がそれぞれ取り付けられている。尚、図2において、18は各気筒毎に吸気カム軸14と排気カム軸15との間に開口するプラグ孔であって、このプラグ孔18には不図示の点火プラグが挿通螺着される。

【0025】而して、前述のように吸気バルブ6と排気バルブ7は本発明に係る前記動弁機構20、40によって駆動されるが、以下、吸気バルブ6を駆動する吸気側の動弁機構20の構成の詳細について説明する。

【0026】吸気側の動弁機構20は上下2段のロッカアーム21、22を備えており、図2及び図3に示すように、下方のロッカアーム22は吸気バルブ6の数(2つ)に対応して左右一対設けられ、左右のロッカアーム22はその基端部がボス部23によって一体に連結され、これらはボス部23に挿通するロッカ軸(揺動軸)24によって上下に回転自在に支持されている。そして、各ロッカアーム22の先端部の下面は図示のように各吸気バルブ6の弁軸の頂部に当接しており、各ロッカアーム22の先端部上面には吸気カム軸14の軸心を中心とする円弧曲面Fが形成されている。

【0027】ここで、前記ロッカ軸24はシリンダヘッド2に回転可能に支持されており、その一端はシリンダヘッド2の一端面に取り付けられた駆動モータ25に連結されている。尚、駆動モータ25は高精度な制御が可能なサーボモータやステッピングモータによって構成されている。

【0028】他方、上方のロッカアーム21は、図2及び図3に示すように、左右一對のアーム26の先端部間に架設されたローラ軸27の中央部に円筒状のローラ28を回転自在に挿通支持せしめて構成されており、ローラ28の外周面は吸気カム軸14に気筒毎に一体に形成された吸気カム14aの外周面（カム面）に当接している。又、前記ローラ軸27のローラ28から左右に露出する部分は前記各ロッカアーム22の上面の形成された円弧曲面Fに当接している。

【0029】ところで、前述のように前記ロッカ軸24にはロッカアーム22のボス部23が回転可能に挿通保持されているが、該ロッカ軸24のボス部23の両側には左右一對の各アーム29のボス部29aが結着されている。従って、各アーム29はロッカ軸24と共にロッカ軸24を中心として回転するが、その先端には前記各ロッカアーム21のアーム26の基端部がロッカ軸（揺動軸）30によって回転可能に連結されている。従って、両アーム26、29は側面視の字状に屈曲するリンク機構を構成しており、両アーム26、29の連結点に設けられた一方のロッカ軸30（ロッカアーム21の揺動軸）は他方のロッカ軸24（ロッカアーム22の揺動軸）を中心として変位可能である。

【0030】尚、排気バルブ7を駆動する排気側の動弁機構40の構成は吸気側の動弁機構20のそれと同一であるため、これについての詳細な説明は省略するが、該動弁機構40も2段を成すロッカアーム41、42、アーム49、駆動モータ45等を含んで構成されている。又、排気カム軸15には各気筒毎に排気カム軸15aが一体に形成されている。

【0031】而して、当該4サイクルエンジン1が始動されて不図示のクランク軸が回転駆動されると、その回転は不図示のカムチェーン及び前記チェーン sprocket 16、17（図2参照）を介して吸気カム軸14と排気カム軸15に伝達され、これらの吸気カム軸14と排気カム軸15がクランク軸の1/2の速度で回転駆動され、本発明に係る動弁機構20、40によって吸気バルブ6と排気バルブ7がそれぞれ駆動されて吸気ポート3aと排気ポート4a（図1参照）がそれぞれ適当なタイミングで開閉される。

【0032】即ち、上述のように吸気カム軸14が回転駆動されると、該吸気カム軸14に形成された吸気カム14aの外周面（カム面）に当接するローラ28を備えるロッカアーム21が吸気カム14aの形状（プロフィール）に沿ってロッカ軸30を中心として上下に揺動する。そして、このロッカアーム21の上下の揺動によって、該ロッカアーム21のローラ軸27に当接するロッカアーム22がロッカ軸24を中心として上下に揺動し、このロッカアーム22の揺動によって吸気バルブ6が駆動されて吸気ポート3aが適当なタイミングで開閉される。

【0033】つまり、吸気カム14aのリフトはロッカアーム21のローラ28からローラ軸27を経てロッカアーム22に伝達され、更にロッカアーム22から吸気バルブ6に伝達されて該吸気バルブ6が押し下げられるために吸気ポート3aが開かれる。

【0034】又、同様に排気バルブ7も排気側の動弁機構40によって駆動されて排気ポート4aが適当なタイミングで開閉される。

【0035】而して、本発明に係る動弁機構20、40によれば、吸気バルブ6と排気バルブ7のリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させることができる。ここで、吸気側の動弁機構20の作動原理を図4～図7に基づいて説明する。尚、排気側の動弁機構40の作動原理も同様であるため、これについての説明は省略する。

【0036】図4は吸気側の動弁機構20の作動原理を説明するための部分断面図、図5～図7は吸気バルブ6のリフト量及び開閉タイミングとクランク角との関係を示す図である。

【0037】ロッカアーム21のロッカ軸30（軸心をQとする）が図4に実線にて示す位置にある場合を基準として考えると、このとき、ロッカアーム21のローラ28も実線位置にあり、ローラ軸27はロッカアーム22の円弧曲面Fの点Sにおいて接触している。この基準状態における吸気バルブ6のリフト量と開閉タイミングはクランク角に対して図5に曲線aにて示される。

【0038】而して、上記基準状態に対して駆動モータ25を駆動してロッカ軸24（軸心（固定）をRとする）を図4の時計方向に所定角度だけ回せば、このロッカ軸24に結着されたアーム29も同方向に同角度だけ回転するため、ロッカ軸30はロッカ軸24を中心として回転して図4の鎖線位置に移動し（この位置のロッカ軸30の軸心をQ'とする）、ローラ軸27及びローラ28はロッカアーム22の円弧曲面Fに沿って図4の鎖線位置まで移動する。このとき、ローラ軸27のロッカアーム22の円弧曲面Fへの接触点は点Sから点S'に移動する。

【0039】上述のようにローラ28及びローラ軸27が図4の実線位置から鎖線位置に移動すると、ロッカアーム22のレバー長としての線分C'Rの長さL2が基準状態における線分CRの長さL1よりも長くなる（ $L2 > L1$ ）ため、吸気カム14aの同一リフト量に対して吸気バルブ6のリフト量（ロッカアーム22の吸気バルブ6への当接点Pの変位量）が小さくなる。

【0040】又、吸気カム軸14の回転方向が図4のR方向（時計方向）である場合には、鎖線にて示すローラ28の位置は実線にて示す位置よりも吸気カム軸14の回転方向に対して上流側に位置するために吸気バルブ6の開閉タイミングは早くなる。これに対して、吸気カム軸14の回転方向が図4のL方向（反時計方向）である場合には、鎖線にて示すローラ28の位置は実線にて示

す位置よりも吸気カム軸14の回転方向に対して下流側に位置するために吸気バルブ6の開閉タイミングは逆に遅くなる。

【0041】従って、ローラ28及びローラ軸27が図4の実線位置から鎖線位置に移動した状態であって、吸気カム軸14の回転方向がR方向である場合の吸気バルブ6のリフト量と開閉タイミングはクランク角に対して図5に曲線bにて示され、吸気カム軸14の回転方向がL方向である場合の吸気バルブ6のリフト量と開閉タイミングはクランク角に対して図5に曲線cにて示される。

【0042】従って、駆動モータ25によってロッカ軸24を駆動してローラ軸27及びローラ28をロッカアーム22の円弧曲面Fに沿って移動させれば、吸気バルブ6のリフト量と開閉タイミングを連続的に変えることができる。

【0043】ここで、駆動モータ25によってロッカ軸24を駆動してローラ軸27及びローラ28をロッカアーム22の円弧曲面Fに沿って移動させた場合、図4に示す $\angle CRQ = \theta$ が 20° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° のときの吸気バルブ6のリフト量と開閉タイミングを吸気カム軸の回転方向がR方向とL方向の場合について図6、図7にそれぞれ示す。

【0044】図6及び図7に示すように、吸気バルブ6のリフト量は、吸気カム軸14の回転方向とは無関係に、 θ が増加するに従って（つまり、ローラ28が吸気カム軸14の軸心Cを中心として時計方向に移動するに従って）増加する。

【0045】又、図6に示すように吸気カム軸14の回転方向がR方向の場合には吸気バルブ6の開閉タイミングは θ の増加と共に遅くなり、図7に示すように吸気カム軸14の回転方向がL方向の場合には吸気バルブ6の開閉タイミングは θ の増加と共に逆に早くなる。

【0046】以上のように、本実施の形態では、2段のロッカアーム21、22のうち、一方のロッカアーム21のロッカ軸30を変位させることによってローラ28を移動させ、これによって吸気バルブ6（排気バルブ7）のリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させるようにしたため、従来のバルブリフト可変機構に要していた各気筒について複数のカム及び切換手段が不要となるとともに、複雑な機構と制御を要する可変バルブタイミング装置も不要となり、簡単な構成で最適なエンジン性能を得ることができる。特に、バルブリフト量を連続的に変化させることができるため、バルブリフト量を必要吸気量に見合った値に設定することが可能となり、動弁系のロス馬力を低減してエンジン出力の向上を図ることができる。

【0047】又、動弁機構20の作動中においては、ロッカアーム22の揺動によって該ロッカアーム22の円弧曲面Fへのローラ軸27の接触位置は常時移動するた

め、両者の接触部分での摩擦が抑制される。

【0048】尚、図1及び図2に鎖線にて示すように、吸気カム軸14と排気カム軸15の端部に可変バルブタイミング装置50、60を設ければ、該可変バルブタイミング装置50、60によって吸・排気バルブ6、7の開閉タイミングの変化を相殺してバルブリフト量だけを変化させることができ、或はバルブタイミングの変化幅を拡大することができる。

【0049】更に、本発明に係る動弁機構20（40）においては、制御が簡単なサーボモータやステッピングモータ等の駆動モータ25（45）でロッカアーム22のロッカ軸24を回動させることによってロッカアーム21のロッカ軸30を変位させてローラ28を移動させることができるため、動弁機構20（40）の構成が単純化してコストダウンが図られるとともに、高精度な制御が可能となる。

【0050】その他、本発明に係る動弁機構20（40）においては、ロッカアーム22のローラ軸27が当接する面を吸気カム軸14の軸心Cを中心とする円弧曲面としたため、該円弧曲面Fに沿ってローラ軸27が移動する場合にローラ28の外周面と図4に鎖線C'にて示すカム軸ベース円との間に常に一定の隙間が保持され、動弁機構20（40）のガタツキが防がれる。

【0051】尚、本実施の形態では一方のロッカアームの揺動軸（ロッカ軸）のみを変位可能とした形態について説明したが、両ロッカアームの揺動軸を共に変位可能としても同様の効果が得られる。

【0052】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明によれば、回転駆動されるカムシャフトに形成されたカムのリフトをロッカアームを介してバルブに伝達することによって該バルブを開閉する4サイクルエンジンの動弁機構において、前記ロッカアームを互いに当接して揺動する2段のロッカアームで構成するとともに、少なくとも一方のロッカアームの揺動軸を変位可能としてバルブのリフト量と開閉タイミングが連続的に変化し得るよう構成したため、簡単な構成でバルブのリフト量と開閉タイミングを連続的に変化させて最適なエンジン性能を得ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る動弁機構を備える4サイクルエンジンのシリンダヘッド部分の縦断面図である。

【図2】本発明に係る動弁機構を備える4サイクルエンジンの部分平面図である。

【図3】本発明に係る動弁機構要部の斜視図である。

【図4】本発明に係る動弁機構の作動原理を説明する部分断面図である。

【図5】本発明に係る動弁機構によるバルブのリフト量及び開閉タイミングとクランク角との関係を示す図である。

【図 6】本発明に係る動弁機構によるバルブのリフト量及び開閉タイミングとクランク角との関係を示す図である。

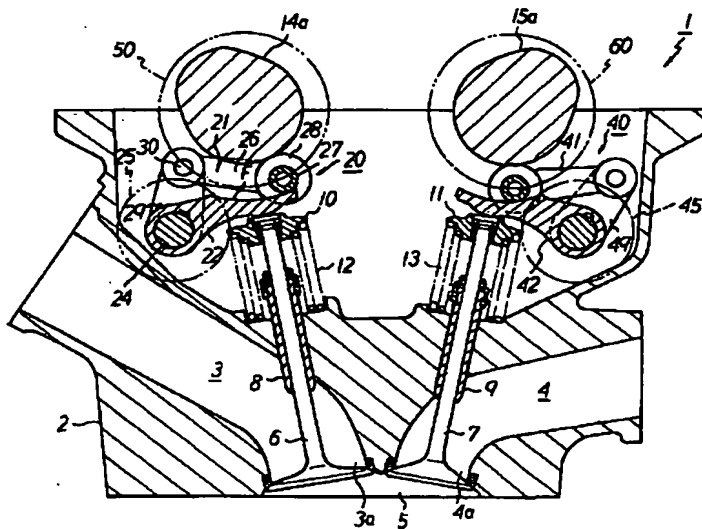
【図 7】本発明に係る動弁機構によるバルブのリフト量及び開閉タイミングとクランク角との関係を示す図である。

【符号の説明】

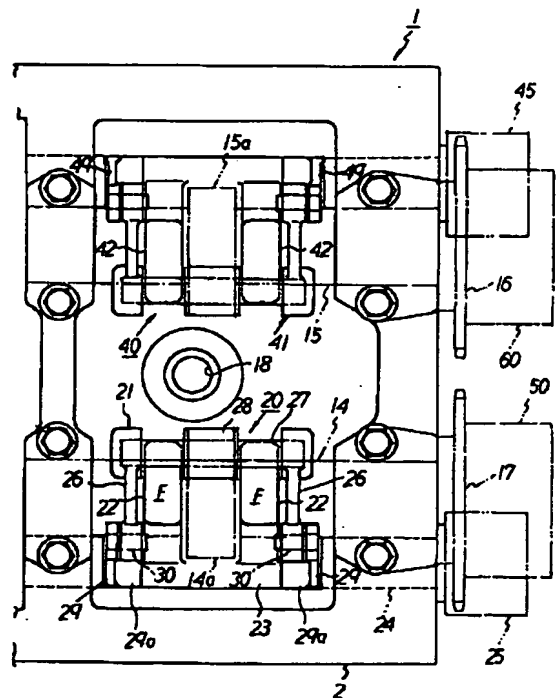
- 1 4 サイクルエンジン
- 6 吸気バルブ (バルブ)
- 7 排気バルブ (バルブ)
- 14 吸気カム軸 (カム軸)
- 14a 吸気カム (カム)
- 15 排気カム軸 (カム軸)
- 15a 排気カム (カム)
- 20 動弁機構

- 21 ロッカアーム (第 2 のロッカアーム)
- 22 ロッカアーム (第 1 のロッカアーム)
- 24 ロッカ軸 (揺動軸)
- 25 駆動モータ (駆動手段)
- 27 ローラ軸
- 28 ローラ
- 29 アーム
- 30 ロッカ軸 (揺動軸)
- 40 動弁機構
- 41 ロッカアーム (第 2 のロッカアーム)
- 42 ロッカアーム (第 1 のロッカアーム)
- 45 駆動モータ (駆動手段)
- 50, 60 可変バルブタイミング装置
- F 円弧曲面

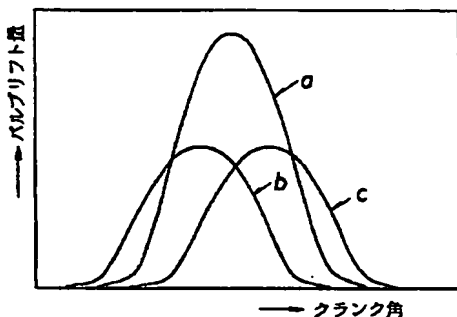
【図 1】



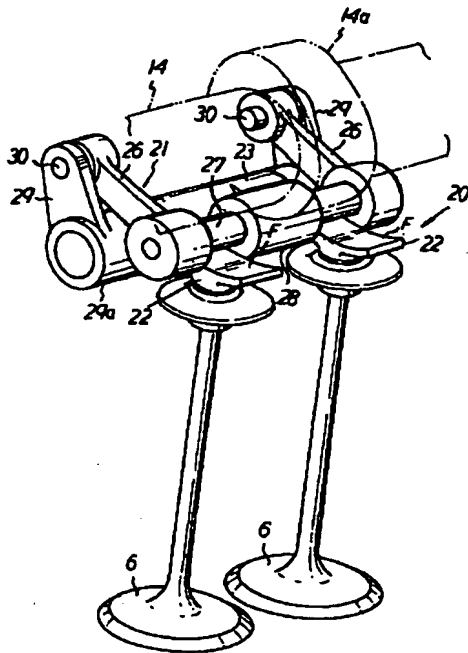
【図 2】



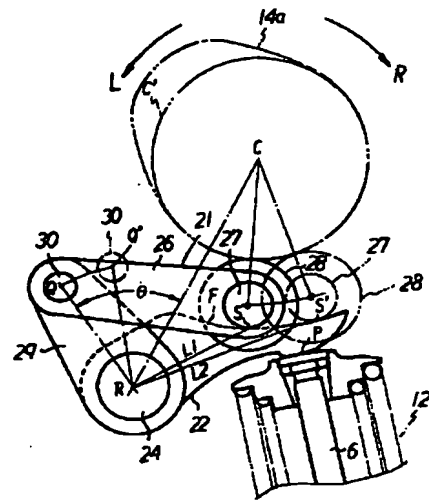
【図 5】



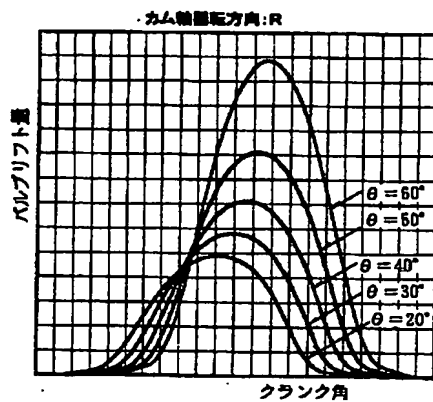
【図3】



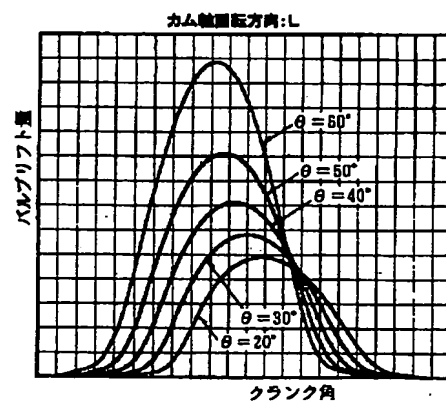
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 内山 重敏
 静岡県磐田市新貝2500番地ヤマハ発動機株式会社内

Fターム(参考) 3G016 AA02 AA08 BA03 BA06 BA23
 BA28 BA36 BB12 BB22 BB26
 CA08 CA16 CA27 CA29 DA08
 DA23 GA01